

DIAGRAM KONTROL MULTIVARIAT BERDASARKAN JARAK CHI-KUADRAT UNTUK *QUALITY CONTROL* PRODUKSI DI PT ARA SHOES

Galuh Ayu Arghi Prameshti¹, Sudarno², Diah Safitri³

¹Mahasiswa Jurusan Statistika FSM UNDIP

^{2,3}Staff Pengajar Jurusan Statistika FSM UNDIP

ABSTRACT

Shoes are demands required by everyone. As a time changing and increasing demand for shoes, so many competitor shoe factories produce the best shoes for the customer. PT Ara Shoes is a famous shoe factory that has been well known for six decades. To be able to make fairness quality competition shoe factory would have to ability to produce a high quality product. To improve quality and production process is the way to determine whether quality of production is already achieve the minimum standard quality needed by applying the minimum standard quality control system. Control charts based on chi-square distance is a diagram of the control that can be used for multivariate data attributes. Production processes at PT ARA Shoes is divided into 3 stages of the shoe production process, including the process of cutting, process of sewing and assembling process. The cases study examined in this observation is the production process of cutting from January 2012 - October 2013 total applying 22 observations. Based on the research that has been done it is concluded that the production process is not enough controlled in cutting and improvement needed to be done twice, by eliminating observations 4th and 5th.

Keywords : shoes charts control, chi-square distance, PT ARA Shoes

I. PENDAHULUAN

Sepatu pada dasarnya digunakan untuk melindungi kaki, selain digunakan untuk sekolah dan bekerja, namun sepatu sekarang ini juga digunakan untuk berolahraga atau hanya sekedar fashion belaka. Untuk itu diperlukan sepatu dengan kualitas dari bahan terbaik, supaya dapat digunakan sesuai fungsinya serta tidak membuat kaki luka. Salah satu pabrik sepatu yang sudah terkenal dan terjamin kualitasnya adalah PT Ara Shoes. Proses produksi dalam PT ARA Shoes terbagi menjadi tiga bagian, diantaranya bagian pemotongan, penjahitan dan juga bagian perakitan yang nantinya akan menjadi sepatu. Dalam sebuah proses produksi selalu ada hasil produksi yang cacat, sehingga membuat kerugian bagi suatu perusahaan tersebut. Untuk meminimalisir jumlah cacat yang terdapat di proses produksi bagian pemotongan akan digunakan diagram kontrol multivariat berdasarkan jarak chi-kuadrat. Peneliti memilih menggunakan diagram kontrol multivariat berdasarkan jarak chi-kuadrat dikarenakan variabel karakteristik kualitas yang diamati lebih dari satu (multivariat) dan berdasarkan jarak chi-kuadrat. Menurut Ye, *et al.* (2006) penggunaan jarak chi-kuadrat akan lebih sensitif dalam mendeteksi titik-titik yang berada di luar batas kendali.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Ingin mengetahui frekuensi dari variabel cacat tertinggi hingga variabel cacat terendah pada proses produksi bagian pemotongan.
2. Ingin mengetahui tingkat korelasi antar variabel pada proses produksi bagian pemotongan.
3. Ingin mengetahui bagaimana proses produksi pada bagian pemotongan di PT ARA Shoes apakah sudah terkendali secara statistik dengan menggunakan diagram kontrol multivariat berdasarkan jarak chi-kuadrat.

4. Ingin mengetahui cara melakukan perbaikan dari kondisi tidak terkendali menjadi terkendali.
5. Ingin mengetahui batas kendali akhir pada proses produksi di bagian pemotongan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Profil Perusahaan

PT ARA Shoes merupakan perusahaan sepatu yang sudah cukup terkenal di Eropa, terutama di Jerman sebagai awal tempat produksi yang mengkhususkan jenis sepatu wanita. Proses pembuatan sepatu pada PT ARA Shoes menggunakan bahan dasar kulit, baik kulit sapi maupun kulit kambing asli. Seluruh hasil produksinya akan diekspor untuk dipasarkan ke luar negeri (PT ARA Shoes). Proses pembuatan sepatu ini terbagi dalam beberapa tahap, yaitu tahap pemotongan, tahap penjahitan, dan tahap perakitan. Pada tahap pemotongan semua kulit yang sudah terkumpul dipotong sesuai lembar kerja, dimana lembar kerja berisi jumlah sepatu, pola dan ukuran yang akan dihasilkan dari kulit tersebut. Berdasarkan pola, maka akan dibuat hiasan untuk sepatu. Pembuatan hiasan ini dilakukan pada tahap pemotongan, lalu hiasan tersebut ditempel, dijahit dan diberi no seri. Setelah semua proses dilakukan, maka dilakukan evaluasi/kontrol untuk produk yang cacat dan harus dibuang. Pada tahap penjahitan semua kulit sepatu yang sudah hampir jadi, dijahit dengan alas sepatu dalam, setelah itu sepatu yang belum jadi tersebut masuk kedalam mesin untuk ditekuk sehingga membentuk lengkungan samping sepatu. Pada proses perakitan, sepatu yang sudah dipasang alas sepatu dalam diberi *mid shole* atau alas tengah yang digunakan untuk memberi rasa nyaman dan empuk saat sepatu digunakan, sesudah pemasangan *mid shole*, dipasang sol depan atau sol paling bawah dan dijahit kembali. Semua sepatu yang sudah terkumpul lalu disimpan pada kardus sesuai dengan no serinya, dan sepatu siap untuk dipasarkan.

2.2. Ukuran Data

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai sekumpulan data, selain data disajikan dalam bentuk tabel dan diagram, maka diperlukan ukuran-ukuran yang mewakili kumpulan data tersebut (Sudjana, 2005). Untuk rata-rata sampel berdasarkan Walpole (1992) dapat dihitung dengan:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

2.3. Simpangan Baku

Sudjana (2005) menyatakan bahwa simpangan baku atau biasa disebut standar deviasi adalah akar dari varian. statistik S^2 dihitung dengan:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

2.4. Penyajian Grafik

Informasi yang diperoleh dalam bentuk tabel biasanya menjadi lebih mudah dibaca apabila disajikan secara grafik atau diagram (Walpole, 1992). Berdasarkan Ariani (2004) diagram pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan (rangking terendah).

2.5. Korelasi

Sudjana (2005) menyatakan bahwa apabila data hasil amatan terdiri dari banyak variabel, maka perlu diketahui berapa kuat hubungan antara variabel-variabel yang terjadi. Studi yang membahas tentang derajat hubungan antara variabel-variabel dikenal dengan nama analisis korelasi. Ukuran korelasi linear antara dua peubah yang paling banyak digunakan disebut koefisien korelasi pearson, yang dihitung dengan rumus:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2] [n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

2.6. Proporsi

Berdasarkan Yuswantana dan Haryono (2010) proporsi dihitung dengan rumus:

$$P_{ij} = \frac{m_{ij}}{m}$$

dengan m_{ij} adalah banyak cacat pada amatan ke- i dan variabel ke- j , dan m adalah ukuran sampel yang digunakan untuk setiap amatan, sedangkan rata-rata proporsi adalah:

$$\overline{P}_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij}}{n}$$

dengan n adalah banyaknya amatan yang dilakukan dan P_{ij} adalah nilai proporsi pada amatan ke- i dan variabel ke- j .

2.7. Chi-Kuadrat

Berdasarkan Montgomery (2009), jika terdapat karakteristik kualitas multivariat yang berdistribusi normal multivariat, maka uji statistik yang digunakan diplot pada peta kendali chi-kuadrat. Yuswantana dan Haryono (2010) menyatakan bahwa grafik pengendali chi-kuadrat dapat diterapkan apabila karakteristik kualitasnya multivariat, sehingga antar variabel cacatnya saling mempengaruhi atau saling berkorelasi. Prosedur pengontrolan dengan menggunakan jarak chi-kuadrat dapat dihitung dengan:

$$\chi_i^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(P_{ij} - \overline{P}_j)^2}{\overline{P}_j}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

dengan standar deviasinya adalah:

$$S_{\chi^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\chi_i^2 - \overline{\chi^2})^2}{n-1}}$$

Yuswantana dan Haryono (2010) menyatakan bahwa batas-batas kontrol untuk mendeteksi penyimpangan yang berada diluar batas kendali ditentukan oleh $BKA = \bar{\chi}^2 + 3 S_{\bar{\chi}^2}$ dan $BKB = \bar{\chi}^2 - 3 S_{\bar{\chi}^2}$, hanya digunakan batas kendali atas saja karena jarak selalu bernilai positif, sehingga:

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{\chi}^2 + 3 S_{\bar{\chi}^2} \\ \text{Rata-rata} &= \bar{\chi}^2 \\ BKB &= 0 \end{aligned}$$

Montgomery (2009) menyatakan bahwa secara khusus ini dinamakan batas pengendalian “3-sigma”.

2.8. Pengendalian Kualitas secara Statistik

Tujuan dari pengendalian kualitas statistika adalah untuk mengawasi tingkat produksi melalui banyak tahapan produksi. Dalam proses produksi, untuk mengawasi mutu pelayanan dapat digunakan diagram kontrol. Diagram kontrol ini memungkinkan untuk mengetahui kapan proses produksi atau pelayanan berada diluar kontrol (Mason dan Lind, 1999). Diagram kontrol dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis. Jika banyak karakteristik kualitasnya dapat dinyatakan dalam pengukuran numerik seperti dimensi, berat atau volume maka disebut diagram kontrol variabel, dan apabila banyaknya karakteristik kualitas tidak dapat dinyatakan dalam numerik atau hanya diklasifikasikan setiap item apakah sesuai atau tidak sesuai dengan spesifikasi pada karakteristik kualitas tersebut maka disebut diagram kontrol atribut. Diagram kontrol berdasarkan banyaknya variabel juga terbagi menjadi dua yaitu diagram kontrol univariat dan multivariat. Diagram kontrol univariat adalah diagram kontrol yang terdiri dari satu karakteristik kualitas, sedangkan diagram kontrol multivariat adalah diagram kontrol yang terdiri dari beberapa karakteristik kualitas (Montgomery, 2009).

Berdasarkan Ariani (2004) perbaikan diagram kontrol dilakukan apabila terdapat kesalahan yang melebihi batas pengendali, karena hal ini menunjukkan bahwa kesalahan ini disebabkan oleh sebab khusus, seperti sumber daya manusia, kondisi mesin, bahan baku, dll. Sedangkan kesalahan yang berada di dalam batas pengendali disebabkan oleh sebab umum, seperti cuaca, geografis, dll.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari PT ARA Shoes selama bulan Januari 2012 sampai dengan Oktober 2013. Terdapat 11 variabel cacat, diantaranya X_1 (*torn leather*), X_2 (*sortimen leather*), X_3 (*cut leather*), X_4 (*line on the leather*), X_5 (*hole leather*), X_6 (*different colour of leather*), X_7 (*cutting flame position*), X_8 (*different texture of leather*), X_9 (*spot on the leather*), X_{10} (*flacky leather*), X_{11} (*broken leather*).

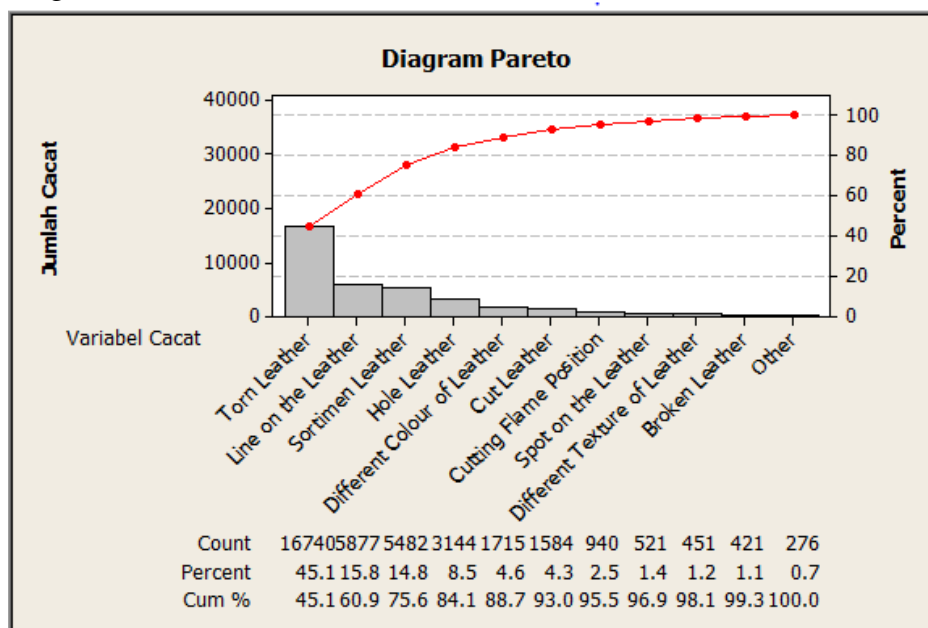
Teknik analisis data dilakukan dengan langkah-langkah:

1. Mengumpulkan data berupa data cacat pada produksi sepatu bagian pemotongan selama bulan Januari 2012 sampai dengan Oktober 2013, dengan banyaknya variabel cacat adalah 11 variabel.
2. Berdasarkan data kecacatan tersebut, maka dapat dibuat diagram pareto untuk menggambarkan variabel manakah yang memiliki jumlah kecacatan terbesar.
3. Melakukan pengujian normal multivariat pada data cacat produksi bagian pemotongan.

4. Menghitung korelasi antara setiap variabel cacat produksi pembuatan sepatu di PT ARA SHOES dengan menggunakan korelasi pearson.
5. Selanjutnya dihitung proporsi kecacatan untuk setiap variabel dan rata-rata proporsi untuk setiap variabel.
6. Berdasarkan nilai proporsi kecacatan produksi sepatu maka dapat dilakukan perhitungan χ^2 , dan rata-rata chi-kuadrat $\bar{\chi}^2$.
7. Selanjutnya menggunakan nilai χ^2 dan $\bar{\chi}^2$ maka dapat dihitung standard deviasi dari nilai chi-kuadrat tersebut.
8. Diperoleh nilai BKA untuk menentukan nilai maksimal penyimpangan cacat produksi sepatu paling tinggi, dengan nilai BKA maka dapat dibuat grafik pengendali sehingga dapat diketahui apakah proses produksi pada PT ARA SHOES sudah berjalan dengan baik/sudah terkendali. Apabila proses belum terkendali, maka dilakukan perbaikan dengan menghilangkan nilai amatan yang berada di luar batas kendali dan melakukan perhitungan nilai χ^2 hingga diperoleh nilai BKA yang baru. Perbaikan dilakukan hingga proses terkendali.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Diagram Pareto



Berdasarkan diagram pareto tersebut, dapat disimpulkan bahwa cacat yang paling dominan adalah *torn leather* dengan jumlah cacat 16.740 sepatu dengan persentase sebesar 45,1%. Dengan frekuensi cacat terendah adalah *flacky leather* dengan jumlah cacat 276 sepatu dengan persentase 0,7%. Diperoleh kesimpulan bahwa urutan cacat dari frekuensi tertinggi hingga cacat dengan frekuensi terendah adalah *torn leather* - *line on the leather* - *sortimen leather* - *hole leather* - *different colour of leather* - *cut leather* - *cutting flame position* - *spot on the leather* - *different texture of leather* - *broken leather* - *flacky leather*.

4.2 Normal Multivariat

Pengujian normal multivariat dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov, dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Data produksi cacat bagian pemotongan berasal dari distribusi normal multivariat

H_1 : Data produksi cacat bagian pemotongan bukan berasal dari distribusi normal multivariat

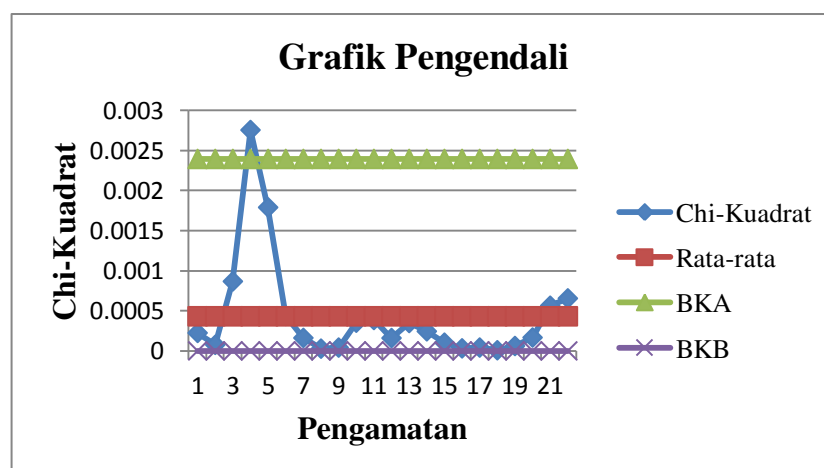
Kesimpulan : pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ dapat disimpulkan bahwa menerima H_0 karena nilai $p\text{-value} = 0,3248 > \alpha = 0,05$ sehingga data produksi cacat bagian pemotongan berasal dari distribusi normal multivariat sehingga dapat dilakukan perhitungan grafik chi-kuadrat.

4.3 Uji Korelasi

Variabel	Nilai Pearson	Nilai p-value
$X_1 - X_2$	0,652	0,001
$X_1 - X_5$	0,667	0,001
$X_1 - X_{11}$	0,546	0,009
$X_2 - X_5$	0,710	0,000
$X_2 - X_{11}$	0,579	0,005
$X_5 - X_{11}$	0,619	0,002

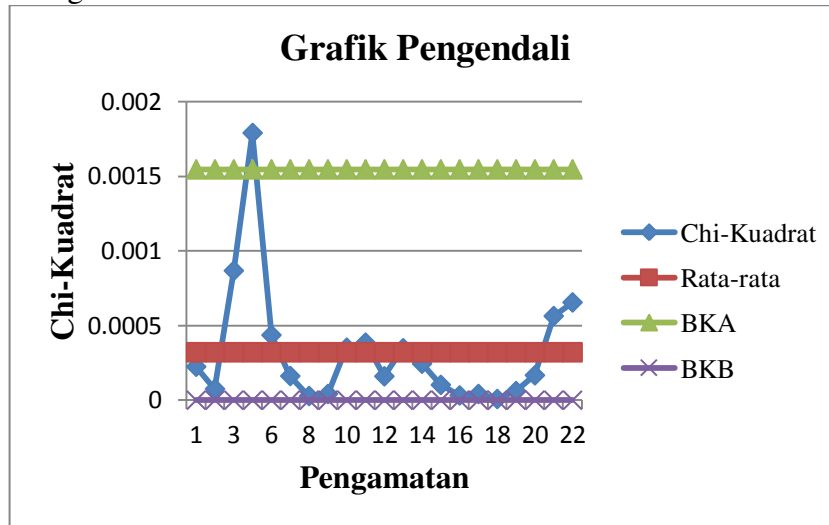
Berdasarkan uji korelasi pearson, pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$, dapat disimpulkan bahwa hanya variabel X_1 , X_2 , X_5 , X_{11} yang dapat digunakan dalam perhitungan jarak chi-kuadrat, karena hanya variabel X_1 , X_2 , X_5 , X_{11} yang saling berkorelasi signifikan. Setelah didapatkan variabel yang saling berkorelasi, maka dapat dilakukan perhitungan grafik pengendali berdasarkan jarak chi-kuadrat dengan menggunakan variabel X_1 , X_2 , X_5 , X_{11} .

4.4 Grafik Pengendali Berdasarkan Jarak Chi-kuadrat

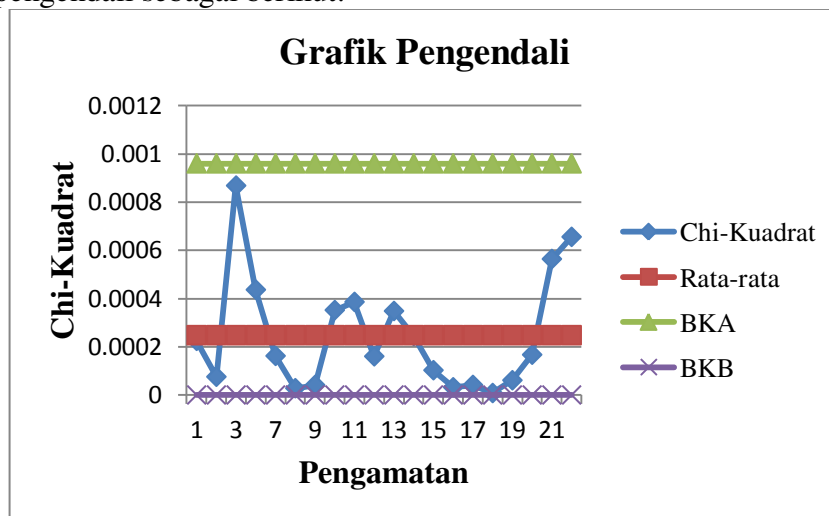


Berdasarkan grafik pengendali jarak chi-kuadrat tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses belum terkendali karena terdapat amatan yang mengalami *out of control* atau keluar dari batas kendali yaitu amatan ke-4 dengan nilai χ^2_4 adalah 0,00275706 yang lebih besar dari nilai BKA yaitu 0,002396425, sehingga perlu

dilakukan perbaikan dengan menghilangkan data amatan ke-4, dan diperoleh grafik kendali sebagai berikut:



Pada grafik pengendali jarak chi-kuadrat untuk perbaikan pertama dapat diketahui bahwa amatan kelima mengalami *out of control* atau keluar dari BKA, dengan nilai χ^2_5 adalah 0,001791417 yang lebih besar dari nilai BKA yaitu 0,001547461, karena masih terdapat amatan yang mengalami *out of control*, maka perbaikan pertama dinyatakan belum terkendali, sehingga perlu dilakukan perbaikan kedua dengan menghilangkan data amatan kelima, sehingga diperoleh grafik pengendali sebagai berikut:



Pada grafik pengendali untuk perbaikan kedua dapat disimpulkan bahwa proses sudah terkendali, karena tidak terdapat amatan yang berada di luar batas kendali atau *out of control*. Maka dapat disimpulkan bahwa proses sudah terkendali dengan nilai batas kendali atas adalah 0,00096034, nilai rata-rata ($\bar{\chi}^2$) adalah 0,000247945 dan nilai batas kendali bawah nya adalah 0.

V. KESIMPULAN

Pada proses produksi bagian pemotongan variabel cacat yang memiliki frekuensi cacat tertinggi adalah variabel cacat *torn leather* dengan jumlah 16.740 sepatu yang cacat atau 45,06%, dan variabel cacat dengan frekuensi cacat terendah

adalah *flacky leather* dengan jumlah 276 sepatu yang cacat atau 0,74% selama bulan Januari 2012 sampai Oktober 2013.

Data produksi cacat pada bagian pemotongan berdistribusi normal multivariat, sehingga dapat digunakan statistik uji chi-kuadrat dengan grafik pengendalinya adalah grafik pengendali chi-kuadrat. Dari 11 variabel cacat yang ada dalam proses produksi bagian pemotongan, maka terdapat 4 variabel cacat yang saling berkorelasi, diantaranya variabel *torn leather*, *sortimen leather*, *hole leather*, dan *broken leather* karena hanya 4 variabel ini yang saling berkorelasi, sehingga 4 variabel ini yang akan digunakan dalam perhitungan diagram kontrol berdasarkan jarak chi-kuadrat.

Berdasarkan grafik pengendali jarak chi-kuadrat perlu dilakukan perbaikan sebanyak dua kali perbaikan sampai proses menjadi terkendali. Pada perbaikan pertama dihilangkan amatan ke-4, sedangkan pada perbaikan kedua dihilangkan amatan ke-5 karena amatan ke-4 dan ke-5 adalah amatan yang berada di luar batas kendali dikarenakan oleh sebab khusus sehingga menyebabkan proses menjadi tidak terkendali, setelah grafik terkendali diperoleh nilai batas kendali akhir yaitu nilai rata-rata atau $\bar{\chi}^2$ adalah 0,000247945 dan nilai BKA adalah 0,00096034 serta nilai BKB adalah 0.

Berdasarkan data cacat produksi bagian pemotongan pada amatan ke-4 terdapat nilai cacat yang maksimum untuk variabel *sortimen leather* dan *hole leather*, sedangkan untuk amatan ke-5 terdapat nilai cacat maksimum untuk variabel *torn leather*. *Sortimen leather*, *hole leather* dan *torn leather* adalah variabel cacat yang disebabkan oleh kualitas kulit yang buruk, sedangkan *broken leather* adalah variabel cacat yang disebabkan oleh sumber daya manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D.W. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Andi.Yogyakarta.
<http://www.ara-shoes.net/company/> (diakses pada 24 desember 2013)
- Mason, R.D and Lind, D.A. 1999. *Teknik Statistika Untuk Bisnis & Ekonomi*, Edisi ke-9 jilid dua. Terjemahan Wikarya Uka, Soetjipto Widyono & Sugiharso. Erlangga. Jakarta. Terjemahan dari: *Statistical Technique in Business and Economics*.
- Montgomery, D.C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*, Edisi ke-6. United States of America.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*, Edisi ke-6.Tarsito Bandung. Bandung.
- Walpole, R.E. 1992. *Pengantar Statistika*, Edisi ke-3. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ye,N., Borrer, C.M. and Parmar, D. 2006. A Hybrid SPC Method with the Chi-Square Distance Monitoring Prosedure for Large-scale, Complex Process Data. *Quality and Reliability Engineering*, 22:393-402.
- Yuswantana, B. dan Haryono. 2010. *Pengontrolan Kualitas Produksi Mebel Jenis Kursi Indoor di PT MAJAWANA dengan Diagram Kontrol Multivariat Atribut Berdasarkan Jarak Chi-Square*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. digilib.its.ac.id